

Claims Description

Dry cleaning of semiconductor processing chambers.

Patent Number: ☐ EP0638660, A3, B1
Publication date: 1995-02-15
Inventor(s): YE YAN (US); YIN GERALD Z (US); RHOADES CHARLES STEVEN (US)
Applicant(s): APPLIED MATERIALS INC (US)
Requested Patent: ☐ JP7153751
Application Number: EP19940304196 19940610
Priority Number(s): US19930104318 19930809
IPC Classification: C23C16/44 ; C23G5/00 ; H01L21/00
EC Classification: H01L21/00S2D4 ; H01L21/306N2 ; B08B7/00S ; C23C16/44A6 ; H01L21/00S2D4D
Equivalents: DE69416749D, DE69416749T, ☐ US5486235

Abstract

In accordance with the disclosure, the plasma dry cleaning rate of the walls of semiconductor process chamber (102) can be improved by placing a non-gaseous dry cleaning enhancement material in the position which was occupied by the workpiece (104) during semiconductor processing. The non-gaseous dry cleaning enhancement materials is either capable of generating dry cleaning reactive species and/or of reducing the consumption of the dry cleaning reactive species generated from the plasma gas feed (108) to the process chamber. When process chamber non-volatile contaminant deposits are removed from plasma process chamber surfaces during plasma dry cleaning by placing a non-gaseous source of reactive-species-generating material within the plasma process chamber, the non-gaseous source of reactive-species-generating material need not be located upon or adjacent the workpiece support platform: however, this location provides excellent cleaning results in typical process

chamber designs. 



Data supplied from the esp@cenet database - I2

TOP

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-153751

(43) 公開日 平成7年(1995)6月16日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 C 14/00

B 8520-4K

H 0 1 L 21/ 302

N

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平6-185785

(22) 出願日 平成6年(1994)8月8日

(31) 優先権主張番号 08/104318

(32) 優先日 1993年8月9日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド

APPLIED MATERIALS, INCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95054 サンタ クララ パウアーズ ア
ベニュー 3050

(72) 発明者 ヤン イー

アメリカ合衆国, カリフォルニア州
95008, キャンベル, ヴィア サリス
3862

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外4名)

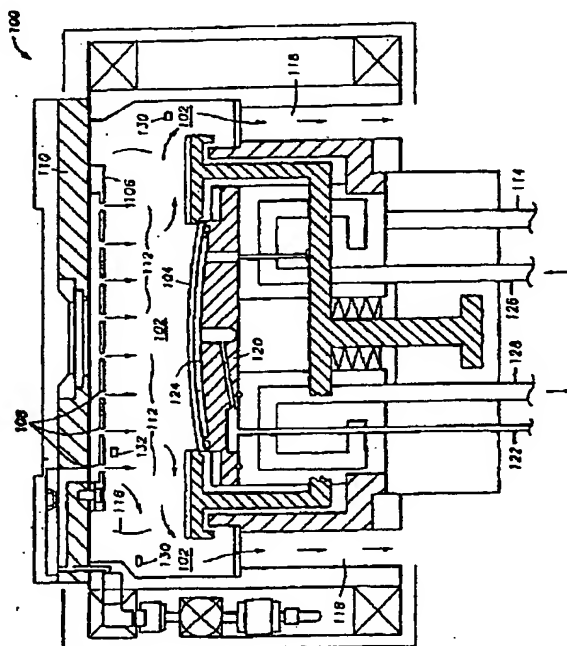
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体処理チャンバの乾式清浄化

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、プラズマプロセスチャンバ、特に金属エッチングチャンバの乾式清浄化の方法であって、プロセスチャンバ表面上の汚染堆積物をプロセスチャンバから容易に除去できる揮発性の物質に転換する乾式清浄化の方法を提供する事を目的とする。

【構成】 非ガス状の乾式清浄化増進材料は、乾式清浄化反応性化学種の生成が可能であり、且つ/又はプロセスチャンバへのプラズマガス供給により生成する乾式清浄化反応性化学種の消費を減ずる。プラズマプロセスチャンバ内に非ガス状の反応性化学種発生材料源を配置することにより、プラズマ乾式清浄化中にプロセスチャンバ非揮発性汚染堆積物がチャンバ壁面より除去される場合、該非ガス状の反応性化学種発生材料源はワークピース支持プラットフォームの付近の位置にある必要はない；しかし、この位置にあれば、典型的なプロセスチャンバでは優れた清浄化の結果をもたらす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 堆積した非揮発性の汚染物をその上に有する半導体プロセスチャンバの内部の表面をプラズマ清浄化する方法であって、

(a) 少なくとも1つの完結したプラズマ清浄化操作に対して反応性化学種を生成するに適した非ガス状の反応性化学種生成材料供給源を該プロセスチャンバ内に配置するステップと、

(b) 前記非ガス状反応性化学種生成材料供給源を前記プロセスチャンバ内に供給されるガスから生成されるプラズマに暴露し、揮発性の反応性化学種を生成するステップと、

(c) 前記半導体プロセスチャンバをステップ(b)において前記非ガス状供給源から生成された前記揮発性反応性化学種を含むプラズマと接触させ、前記表面上に存在する前記非揮発性汚染物の少なくとも1部が揮発性の分子に転換されるステップとを含む清浄化方法。

【請求項2】 前記反応性化学種生成材料供給源が、半導体処理中のワークピースにより典型的に占有されていた空間を前記プラズマ清浄化の間に占有することが可能な形態である請求項1に記載の清浄化方法。

【請求項3】 非ガス状の乾式清浄化を増進する材料を半導体処理中のワークピースにより典型的に占有されていた位置に配置する工程であって、前記非ガス状の乾式清浄化を増進する材料は前記非ガス状の乾式清浄化を増進する材料の位置においてプラズマ供給ガス生成の反応性化学種の消費を減少することが可能である工程を含む半導体プロセスチャンバ壁面のプラズマ清浄化速度を増進する清浄化方法。

【請求項4】 前記反応性化学種生成材料供給源が一定の組成を有する材料の固体のディスク若しくはシートである請求項1に記載の清浄化方法。

【請求項5】 前記乾式清浄化を増進する材料が一定の組成を有する材料の固体のディスク若しくはシートである請求項3に記載の清浄化方法。

【請求項6】 前記反応性化学種生成材料供給源が、自身の上に前記反応性化学種生成材料供給源の被覆が堆積された化学種非生成基板である請求項1に記載の清浄化方法。

【請求項7】 前記乾式清浄化を増進する材料が自身の上に前記保護材料の被覆を有する基板である請求項3に記載の清浄化方法。

【請求項8】 前記反応性化学種生成材料供給源が支持構造の中に含有される液体である請求項1に記載の清浄化方法。

【請求項9】 前記乾式清浄化を増進する材料が支持構造の中に含有される液体である請求項3に記載の清浄化方法。

【請求項10】 前記反応性化学種生成材料供給源が炭素を含むポリマーである請求項1に記載の清浄化方法。

【請求項11】 前記乾式清浄化を増進する材料が炭素を含むポリマーである請求項3に記載の清浄化方法。

【請求項12】 前記炭素を含むポリマーがフォトレジスト材料である請求項10又は11に記載の清浄化方法。

【請求項13】 前記炭素を含むポリマーが、ポリイミド、フェニルホルムアルデヒドノボラックを含むフォトレジスト群及び出発物質としてCHF₃を用い生成したポリマーから選択される請求項12に記載の清浄化方法。

【請求項14】 前記プロセスチャンバ内に前記ガスが供給されることにより生成されるプラズマにも暴露される前記ステップ(b)において、該プラズマが非揮発性汚染堆積物の少なくとも一部に作用して前記非揮発性汚染物を揮発性に変えることが可能である請求項1に記載の清浄化方法。

【請求項15】 非ガス状の揮発性反応性化学種生成可能性のある材料が非揮発性の半導体プロセスチャンバ汚染物に作用して前記非揮発性汚染物を揮発性に変えることが可能であることを確認する方法であって、

(a) 非ガス状の反応性化学種生成可能性のある材料を提供するステップと、

(b) 前記非ガス状の反応性化学種生成材料を、前記非揮発性汚染物が見られる表面を有するチャンバ内に配置するステップと、

(c) 前記反応性化学種生成可能性のある材料を前記チャンバ内に供給されるガスにより生成するプラズマに暴露するステップと、

(d) 発光スペクトル技術を用いて前記非揮発性汚染物が見られる前記表面付近の揮発性分子をモニタするステップとを含む確認方法。

【請求項16】 半導体プロセスチャンバに用いられる非ガス状乾式清浄化増進の可能性のある材料が前記プロセスチャンバにおいてプラズマ乾式清浄化作用を増進することを確認する方法であって、

(a) 半導体プロセスチャンバ内で使用可能な非ガス状の乾式清浄化増進の可能性のある材料を提供するステップと、

(b) 前記乾式清浄化増進の可能性のある材料を、前記非揮発性汚染物が見られる表面を有するチャンバ内を評価するに適した位置に配置するステップと。

(c) 前記乾式清浄化増進の可能性のある材料を、前記チャンバ内に供給されたガスにより生成するプラズマに暴露するステップと、

(d) 発光スペクトル技術を用いて前記非揮発性汚染物が見られる前記表面付近の揮発性分子をモニタするステップとを含む確認方法。

【請求項17】 半導体プロセスチャンバのプラズマ清浄化に有用な物質の組成であって、25℃及び大気圧の標準状態下において液体若しくは固体であり且つプラズ

マに暴露することにより揮発性の反応性化学種を生成することが可能である炭素を含んだ材料を含む物質の組成。

【請求項18】 半導体プロセスチャンバのプラズマ清浄化に有用な物質の組成であって、25℃及び大気圧の標準状態下において液体若しくは固体であり且つ物質の前記組成の位置において乾式清浄化反応性化学種の消費を減ずることが可能である炭素を含んだ材料を含む物質の組成。

【請求項19】 前記炭素を含む材料が半導体処理チャンバのワークピースにより典型的に占有されていた空間を前記プラズマ清浄化の間に占有することが可能な形態である請求項17又は18に記載の物質の組成。

【請求項20】 前記炭素を含む材料が固体のディスク若しくはシートの形態である請求項19に記載の物質の組成。

【請求項21】 前記炭素を含む材料が反応性化学種非生成の基板上の被覆物の形態である請求項20に記載の物質の組成。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体処理チャンバのプラズマ清浄化のための方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体の処理には、基板上に微細な集積回路を作製する数々の化学的プロセス及び物理的プロセスが包含される。集積回路は、様々な材料が相互に関連したパターン化された多層により構築される；材料層は、化学気相蒸着法、物理気相蒸着法及びエビタキシャル成長法を用いて作製される。フォトリジストマスクや湿式及び乾式エッチング技術を用いて層がパターン化されるものもある。パターンは、特定の場所にドーパントを導入することにより層内に作製される（集積回路が自身の上に形成される基板は、シリコン、ガリウムヒ素、ガラス、又は他の適当ないかなる材料であってもよい）。半導体処理反応器において実施されるプロセスの多くでは、プロセスチャンバの壁面上に汚染物の堆積を残し、この汚染物の堆積は蓄積し、半導体デバイスの作製に有害な粒状物質となる。半導体デバイスのサイズが非常に小さくなれば、半導体ワークピースの表面上の粒状物質は、大きな問題となる。

【0003】 チャンバ内で金属のエッチング処理が行われる場合、半導体処理チャンバの壁面へ汚染物質の堆積が蓄積する事は特に重要な問題となる。特に、アルミニウムパターンのエッチングでは、このような汚染物は比較的大きい蓄積物となる。例えば、半導体ワークピースの表面上にアルミニウムを実験的にプラズマエッチングする間、不利な条件で直径8インチ（約203mm）のシリコンウエハ基板を25枚のエッチングした時、エッチングプロセスチャンバ壁面上に蓄積された平均汚染層

厚さ約1ミクロンの汚染層が生じた。汚染堆積物の厚さは、エッチングチャンバ壁面及び活性プラズマと接触するガス分散板で最大となった；該エッチングチャンバは、直径約1.5インチ（約38.1mm）、高さ約8インチであった。

【0004】 汚染物は、プラズマ励起エッチングを用いた乾式清浄化(dry cleaning)によって、処理チャンバ壁面及びガス流通板から除去することができ、又は、処理チャンバの表面を開放して湿式で人為的に清浄化することもできる。処理チャンバから汚染物を除去するための後者の手続きは、時間が大変かかるものである。

【0005】 1993年5月4日に刊行されたChangらの米国特許第5,207,836号には、化学気相蒸着法の装置のサセプタから堆積物を除去するための清浄化プロセスが説明されている。このプロセスは、真空堆積チャンバのサセプタからタングステン、珪化タングステン等の堆積物の除去に推奨される。弗素のガス状供給源がチャンバのプラズマ清浄化に用いられた後は、堆積チャンバ内に弗素残留物を残さないため、水素のガス状供給源がチャンバに供給され（プラズマは維持されたまま）、チャンバからいかなる弗素残留物も除去される。この乾式清浄化に推奨される弗素含有ガスの例には、SF₆、CF₄、C₂F₆及びNF₃が含まれる。弗素のガス状供給源は、アルゴン、ネオン又はヘリウム等の不活性若しくは不反応性ガスを含んでいてもよい。

【0006】 1993年4月13日に刊行されたChavratらの米国特許第5,202,291号には、アルミニウム及びアルミニウム合金を異方的に反応性イオンエッチングする方法が説明されている。このプラズマには塩化ガスと炭素を含むガスとの混合物が含まれ、塩化ガスはエッチングを提供し、炭素を含むガスは反応してアルミニウム層の側壁面に沿って禁止層を提供する。このプラズマガス混合物では、炭素原子の塩素分子に対する比が、アルミニウムのエッチング速度に関して予期しない向上をもたらした。

【0007】 1992年10月27日に刊行されたCheungらの米国特許第5,158,644号は、CVD（化学気相蒸着法）及びPECVD（プラズマ励起化学気相蒸着法）に推奨される反応チャンバ自己清浄化プロセスを開示する。この清浄化プロセスは、ガス流通マニホールド及びRF電極の局所的な清浄化だけではなく、チャンバ部材及び排気系部材の広範囲な清浄化に用いることができる。この自己清浄化は、プロセスチャンバが空の時に実施することができ、あるいは特定のケースの基板処理中に必要不可欠なステップとして用いられてもよい。特に、半導体ウエハ上に酸化珪素等の誘電被覆が堆積されるプロセスについては、誘電被覆の堆積の後に半導体ウエハが反応器内に残されている状態で反応器内の自己清浄化が実施されるプロセスが説明されている。酸化珪素以外の半導体ウエハ表面の化合物は、自己清浄化

により損なわれるため、明らかにこれは自己清浄化プロセス中にプロセスチャンパ内に残ることができない。

【0008】広範囲の清浄化が行われる場合、約5.5ガロン(約21リットル)のCVDプロセスチャンパに用いられる典型的なプロセス条件は、 C_2F_6 ガスの流量約300~1200sccm、 O_2 ガスの流量約400~950sccm、圧力約0.8~2トル、電極間隔約1000mils(約2.54cm)、そしてRF出力密度約2.7~5.6ワット/cm²を含む。局所的な清浄化が行われる場合、典型的なプロセス条件は、 C_2F_6 ガスの流量約600~950sccm、 O_2 ガスの流量約700~1000sccm、電極間隔約180~350mils(約0.46~0.89cm)、圧力約6~13トル、そしてRF出力密度約2.7~5.6ワット/cm²を含む。

【0009】1992年2月4日に刊行されたR J Stegerの米国特許第5,085,727号は、内部金属表面を有するプラズマエッチングチャンパにおいて、プラズマエッチング処理の間チャンパ内で用いられるハロゲン含有ガス等の反応性ガスによる化学的攻撃から内部金属表面を保護する導電性被覆材で被覆される内部金属表面を有する、改良されたプラズマエッチング装置を開示する。好適な実施例では、炭素供給ガスと、水素と窒素のいずれか又は双方とを用いるプラズマアシストCVDプロセスにより、少なくとも約0.2マイクロメートルの炭素被覆がエッチングチャンパの内部金属表面に形成される。この導電性被覆材料は、炭素、窒化チタン、スズ酸インジウム、炭化珪素、炭化チタン及び炭化タンタルから成る群より選択される材料を含むと説明されている。

【0010】1988年11月22日に刊行されたStarkらの米4,786,359号は、 CF_4 、 Br とキセノン若しくはクリプトンとを含むプラズマアシストされたガス混合物を用いて、シリコンウエハがエッチングされるプラズマエッチングプロセス及び装置が開示される。 CF_4 、 Br を用いることによりプラズマ反応器内で重合材料の堆積が生ずると説明されている。ポリマーが生成することにより、チャンパ内で行われるプロセスの化学のみならず、チャンパの電気的性質をも変わると説明されている。更に、形成されたポリマーの被覆物がウエハへの微粒子汚染供給源となるとも説明されている。この問題を解決するため、Starkらはチャンパ内部に、エッチングプロセスの間浸蝕される犠牲的な構造物(sacrificial structure)を付加し、反応器チャンパ内にポリマーが蓄積することを防止する。この犠牲的な構造物は、炭素を有する物体であると説明されている。特に、炭素を有する物体とは有機化合物若しくはグラファイトであると説明されている。高温プラスチックが炭素を有する材料として適している；高温プラスチックに関しては、ポリアリレートはポリイミドに比べて速くエッチングさ

れるため、ポリイミドが使用に好適であると説明されている。グラファイト、グラファイト組成物又はグラファイト被覆のセラミクスが、好適な炭素を有する材料として挙げられている。

【0011】E KayとA Dilksによる"Plasma Polymerization of Fluorocarbons in RF Capacitively Coupled Diode System" (J. Vac. Sci. Technol. 18(1) Jan/Feb 1981)には、重合へ至らしめるプラズマ表面の相互作用を重点に、プラズマエッチングとプラズマ重合との相互関係が説明されている。プラズマエッチングにおいて弗素及び塩素を含有するガスを用いることについては、"Today's Plasma Etch Chemistries" (Peter H. Singer, Associate Editor, Semiconductor International, March 1988)に更に説明されている。エッチングの化学の開発に成功するためには、ガス流量、チャンパ圧力と温度、プラズマエネルギー及び系の配置を含むプロセス変数を慎重に制御するだけではなく、流入ガスの組成を慎重に選択することが要求されることが、これらの文献から明らかになる。典型的には、エッチングされる特定の材料に対してエッチングプロセスを適合させる必要がある(特定の系の構成に鑑みて予想される範囲内に、プロセスのパラメータが合わせられる)。

【0012】米国特許には、上述の、プラズマを用いた半導体処理チャンパの「乾式」清浄化を引用するものがある。また別の特許や論文には、上述のガスプラズマ反応における炭素を含む材料の使用が記述され：グロー放電下でエッチングされたアルミニウムの側壁面上に重合を行い、アルミニウムプラズマエッチングの間アルミニウム側壁面のアンダーカットを防止する；シリコンウエハのエッチングの間プロセスチャンパの壁面への重合材料の蓄積を防止する；プラズマエッチングプロセスの間ハロゲン含有ガスによる攻撃からチャンパ壁面を保護する炭素被覆をプロセスチャンパ壁面に提供する。これらの特許により提供された説明を鑑みれば、炭素を含む材料の機能的な挙動があまり一致をみないように思われるが、炭素を含む材料がグロー放電条件下で反応しポリマー等の様々な化合物を生成することは自明である。これら化合物は、半導体処理チャンパの内部で行われるプラズマアシストプロセスにおける他のプロセス変数に影響する。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】前述の如く、反応器チャンパのプラズマ清浄化に要する時間を減ずる事に対する関心が存在する。プラズマプロセスチャンパの壁面への汚染物の蓄積は、ほとんどのプラズマプロセスにおいてある程度生ずるが、特に金属エッチングプロセスでは深刻である。例えば、塩素ベースによるアルミニウムの金属エッチングでは、アルミニウムは塩素分子及び原子と反応し、揮発性の塩化アルミニウムを生成する；この金属エッチング副生成物の一部は、真空にすることによ

7

りプラズマプロセスチャンバの外に排出される。しかし、塩素種の一部は、パターン化されたフォトリソスト及び／若しくは反応器内の他の有機物供給源からの有機物種と反応し、非揮発性(non-volatile)物質を生成し、プラズマプロセスチャンバの壁面に堆積する。基板が多くの枚数処理されるに従い、プロセスチャンバ壁面への汚染物の堆積の厚さが増加し、熱による処理装置の膨張収縮により、或る場合では水分との反応により、遂には剥離し始める；この汚染物質の剥離は、チャンバ内で処理される基板の微粒子による汚染に至らしめる。

【0014】プラズマプロセスチャンバの壁面上への汚染堆積物は、プラズマ内においてイオン衝突又は化学反応によって除去できる。通常プロセスチャンバ壁面は電氣的に接地されているため、チャンバ壁面へのイオン衝突(スパッタリング効果)それ自身はさほど効果的ではなく、プロセスチャンバ表面の清浄化には化学反応が好ましい。化学反応を用いて汚染堆積物を除去する最も有効な方法は、堆積物を揮発性の物質に転換することであり、この揮発性物質はプラズマプロセスチャンバから真空引きによって排出できる。従って、プラズマプロセスチャンバ、特に金属エッチングチャンバの乾式清浄化の方法であって、プロセスチャンバ表面上の汚染堆積物をプロセスチャンバから容易に除去できる揮発性の物質に転換する乾式清浄化の方法を提供する事が望まれる。

【0015】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明に従って、非揮発性の汚染堆積物は、プラズマ乾式清浄化の間にプラズマプロセスチャンバ内部に非ガス状の反応性化学種生成材料(reactive-species-generating material)の供給源(source)を配置することにより、プラズマ乾式清浄化の間にプラズマプロセスチャンバから除去される。反応性化学種生成材料の非ガス状供給源はチャンバ内にあり、プラズマ乾式清浄化の間に外部の供給源からチャンバ内に添加されるのではなく経時的に消費される。チャンバ内にこの供給源が存在することが、清浄化に用いられる反応性化学種を更に速く生成させる。反応性化学種の生成は、供給源を適当なプラズマに暴露することにより生ずる。好適には、反応性化学種生成材料の供給源はディスク若しくは長方形シートであって、典型的には半導体処理の間ワークピースによって占有される空間を、プロセスチャンバ表面のプラズマ乾式清浄化の間占有する。

【0016】反応性化学種生成材料の非ガス状供給源は、材料の固体ディスク又はシートであってもよい；自身の上に反応性化学種生成材料の被覆を有する基板であってもよい；又は、固体の支持構造体の中に含まれる液体であってもよい。

【0017】非ガス状の反応性化学種生成材料は、プラズマ乾式清浄化に用いられるプロセス条件において揮発性で反応性である化学種となりプラズマプロセスチャン

8

バの表面へ移動し少なくとも一つの汚染堆積物と作用して揮発性化合物を生成するような化合物を、少なくとも一つ含む。揮発性の化合物は、反応によって生じてよく、あるいは反応性化学種が汚染堆積物と物理的に接触することにより与えられるエネルギーによって生じてよい。

【0018】アルミニウムのプラズマエッチングがプラズマ処理チャンバ内で行われる場合、チャンバ壁面に見られる非揮発性汚染堆積物の少なくとも一部は Al_xC_y の形であり、ここでx及びyは約1～約5の数字である。一般に、非揮発汚染堆積物は、プラズマエッチングの間にエッチングチャンバ内において、例えば炭素、硼素、窒素及び水素等の様々な要素の存在下で形成されるポリマー材料を含んでいる。

【0019】この例において用いられる非ガス状の反応性化学種生成材料は、プラズマプロセスチャンバの表面へ移動できる揮発性反応性化学種を生ずることができる材料であり、この表面では反応性化学種が汚染堆積物に作用して、例えば非揮発性アルミニウム含有化合物等もとは非揮発性であった材料を揮発性の化合物へ転換する。これらの非揮発性化合物は、プラズマ乾式清浄化プロセスの条件下で揮発性化合物へと転換される。

【0020】有機的な炭素を含む化合物は、プロセスチャンバ表面上へと移動することが可能で且つもとは非揮発性であったアルミニウム含有化合物を揮発性のアルミニウム含有化合物へと転換させることが可能な揮発性反応性化学種を、プラズマ暴露によって生ずることが見出された。限定するものではないが、例を挙げれば、フォトリソスト化合物等のポリマー材料は、プラズマ乾式清浄化に有用な種類のプラズマ条件下で反応性化学種に転換されることが見出された。限定するものではないが、プラズマ乾式清浄化に有用な揮発性化学種を生成するために例証された別の炭素を含む材料には、 CHF_3 を出発物質として生成したポリマー及びデュボン社から入手可能なポリイミドであるKapton Type 100 HN Filmが含まれる。

【0021】本発明以前は、汚染された金属エッチングチャンバのプラズマ乾式清浄化工程は大変遅いものであったため、通常は他の清浄化方法が用いられた。本発明は、非揮発性汚染堆積物を自身の中に有する半導体処理チャンバ内で、その表面をプラズマ乾式エッチングする高速の方法を提供する。本発明の方法は、(a)少なくとも1つの完結したプラズマ清浄化操作に対して反応性化学種を生成するに適した非ガス状の反応性化学種生成材料供給源を該プロセスチャンバ内に配置するステップと、(b)該非ガス状反応性化学種生成材料供給源を該プロセスチャンバ内に供給されるガスから生成するプラズマに暴露し、揮発性の反応性化学種を生成するステップと、(c)該プロセスチャンバ表面を、ステップ(b)において該非ガス状供給源から生成した該揮発性

反応性化学種を含むプラズマと接触させ、該表面上の該非揮発性汚染物の少なくとも一部が揮発性の分子に転換されるステップとを含む。

【0022】好適には、ステップ(b)のプロセスチャンバ内に供給されるガスから生ずるプラズマも、プロセスチャンバ表面上の汚染物の少なくとも一つと作用して揮発性化合物を生成する。

【0023】過去には、チャンバの清浄化に用いられる反応性化学種の唯一の供給源として、プロセスチャンバに供給されるガスから生ずるプラズマを用いて、プラズマチャンバを乾式清浄化する試みがなされた。この乾式清浄化が進行した時、基板(ワークピース)支持プラットフォーム(及びその下部の機能要素)を反応性化学種から保護する必要があった。保護を提供するために、半導体ウエハのワークピースの場合では、ワークピース支持プラットフォームを保護する裸の(被覆及び処理のなされていない)シリコンウエハが典型的に用いられた。前述のように、清浄化プロセスは大変遅いため実用的ではなかった。ワークピース支持プラットフォームの保護に用いられるシリコンウエハがフォトレジスト又はKapton等のポリマー膜で被覆されれば、プロセスチャンバ内に供給されるプラズマ生成の反応性化学種を用いたプロセスチャンバ壁面の乾式清浄化の速度は、チャンバ壁面のプラズマ清浄化が実用可能となる程度まで加速される。このように清浄化の速度が改善された理由は、シリコンウエハに塗布された被覆から反応性化学種が生成した事、並びに被覆されたシリコンウエハの表面でガス供給プラズマ生成反応性化学種の消費が減った事の双方又は一方であると本発明者は考える。

【0024】従って、半導体処理チャンバをプラズマ清浄化する速度は、適当な材料を用いてワークピース支持プラットフォームを保護する事により改善され、そして、ワークピース支持プラットフォームを保護する材料が清浄化プロセスを促進する反応性化学種を生成する場合に更に改善される。

【0025】汚染堆積物が金属要素を含有する場合、ワークピース支持プラットフォームの保護に(及び好適には反応性化学種の生成に)用いられる材料は、好適には炭素を含む材料である。汚染堆積物がアルミニウムを含有する場合、この炭素を含む材料は好適にはポリマー材料である。

【0026】また本発明は、支持プラットフォーム保護材料及び/若しくは反応性化学種生成の可能性のある供給源が、半導体処理チャンバ汚染物の蓄積を揮発性の分子に転換する速度を増進することが可能であることを確認する方法に関し、この方法は、(a)該支持プラットフォームを保護する可能性のある材料若しくは非ガス状の反応性化学種の生成可能性のある供給源(non-gaseous potential reactive species generation source)を提供するステップと、(b)該支持プラットフォームの保

護材料及び/若しくは該非ガス状の反応性化学種の生成可能性のある供給源を、汚染物の蓄積が見られる表面を有するチャンバの中を評価するに適当な位置に配置するステップと、(c)プロセスチャンバ及びプロセスチャンバ内の内容物を、チャンバ内に供給されるガスにより生成されるプラズマに暴露するステップと、(d)発光分光スペクトル技術(optical emission spectra techniques)を用いてプラズマ暴露の間に汚染物が蓄積した表面付近の揮発性の分子をモニタするステップとを含む。

【0027】この方法によれば、プラズマ清浄化の間にチャンバ表面付近のガス組成のデータの蓄積が可能となる。このデータは、もとは非揮発性であった汚染堆積物をチャンバ表面が解放した時にチャンバ表面で生成する揮発成分の種類を示す、標準ガス組成と比較することができる。揮発性の汚染物成分を示す発光分光の指示値が高いほど、支持プラットフォーム保護材料及び/若しくは反応性化学種生成供給源が良く機能していることになる。

【0028】また本発明は、半導体処理チャンバからの金属含有汚染物の除去に有用な反応性化学種生成材料の供給源の物質の組成に関し、この物質の組成は：炭素を含む材料であって、この炭素を含む材料は、約25℃及び大気圧の標準状態において液体若しくは固体であり、プラズマ暴露下で揮発性の反応性化学種を生成して、この化学種が不揮発性有機金属化合物に作用し少なくともこの一部を揮発性に変える。好適には、反応性化学種生成の供給源が、典型的には半導体処理チャンバ内のワークピースにより占有される空間を占有してもよい。更に好適には、反応性化学種生成供給源は、固体のディスク若しくはシートであり、又は固体のディスク若しくはシート上の被覆物である。

【0029】支持プラットフォーム保護材料の物質の組成は、上記の条件において液体若しくは固体であってよいが、反応性化学種が生成可能である必要はない。無論、チャンバ壁面の清浄化に有用な反応性化学種が生成可能である方が好ましい。

【0030】

【実施例】本発明は、半導体処理チャンバの「乾式」清浄化に有用な方法、装置及び物質の組成に関する。本発明は特に、その表面が金属含有分子を含む汚染物で覆われた処理チャンバの清浄化に有用である。有機金属汚染物、特にアルミニウム及びその合金を含んだ有機金属材料を除去することを鑑みて、プロセスは以下の好適な実施例について説明される。しかし、概念1) プロセスチャンバ内の反応性化学種生成材料の非揮発性供給源を用い、これがプラズマと接触し励起してチャンバ表面からの汚染物の除去を改善する事；及び概念2) ワークピース支持プラットフォーム保護材料を用い、これがプロセスチャンバ壁面において反応性プラズマ化学種の清浄化の活性を高める事、は一般に半導体プロセスチャンバに

適用可能である。汚染物を除去することは、金属エッチングに用いられるチャンバに対してだけではなく、例えば、化学気相蒸着法、物理気相蒸着法、エピタキシャル成長法及びドーパントの導入に用いられるチャンバに対しても重要である。

【0031】チャンバ壁面の汚染物の組成が下記の好適な具体例に説明される種類のものではない場合、反応性化学種生成材料を適当な反応性化学種を生ずるよう適合させる必要があるだろう。これは、上述の「課題を解決するための手段及び作用」において説明された、反応性化学種が生成可能な供給源を評価する方法を用いて、最低限度の実験を行えばよい。係る方法は、以下に詳細に説明される。

【0032】金属含有材料のプラズマエッチングでは、処理チャンバの壁面に非揮発性の固体汚染物を多く堆積する。本発明以前に知られていたプラズマ乾式清浄化は、これら非揮発性汚染物の除去に関して所望の効率を有していなかった。チャンバの清浄化は、該チャンバに与えられたワークピース処理時間の約5～10%の時間を必要とするだろう。更に、チャンバ壁面は典型的にはプラズマ清浄化後の汚染物の残留レベルに保たれ、この残留レベルは、半導体処理が再開すれば更なる汚染物の蓄積をより速くする。

【0033】典型的なプラズマアシストアルミニウムエッチングは、例えば、 BCl_3 、 Cl_2 及び N_2 を含むプロセスガスを利用する化学的現象である。塩素ベースのアルミニウムエッチングのプロセスでは、基板上のアルミニウムは塩素原子と反応し、あるいは塩素を含む分子と反応し、塩化アルミニウムを含む揮発性の分子を生成する。このエッチング副生成物の一部はチャンバから排出され、一部はパターン化されたフォトレジストからの有機化学種又はプロセスチャンバ内の他の反応性化学種と反応し若しくは会合して非揮発性の物質を生成し、その多くはプロセスチャンバ表面に堆積される。この種の汚染堆積物の典型的な組成のデータは、以下に説明する如く決定された。

【0034】実施例1

本実施例では、エッチングが被されるワークピースがアルミニウム層でオーバーレイされたシリコンウエハであり、更にこのウエハの上に、フェノールホルムアルデヒドノボラック樹脂をジアゾキノン増感剤と共に含むパターン化されたフォトレジストがオーバーレイされている場合について、金属エッチング処理チャンバの表面に形成される汚染堆積物の一般的な組成についての説明を提供する。エッチングプラズマは、以下に挙げるガス： BCl_3 、 Cl_2 、 N_2 で形成され、これらの流量はそれ

ぞれ約50 sccmであった。印加電力は約500～800 Wの範囲、プロセスチャンバ圧力は約200～600 mTの範囲、カソードの動作温度は約80℃、チャンバ壁面温度は約45℃であった。

【0035】図1は、エッチングチャンバ100の概念図を示す。エッチングチャンバ100はプラズマチャンバ102を有し、プラズマチャンバ102内でワークピース（基板）104が処理される。エッチング剤（エッチャント）ガスは、ガス分散板106の開口108を通りプラズマチャンバ102内へと進入する。ガス分散板106は、チャンバ100のリッド110に取り付けられている。プラズマは、エッチングチャンバ100の位置104に生じるRF電荷の作用により、プラズマチャンバ102の領域112内に生成する。プラズマ領域112の外側の境界116は、エッチングチャンバ100の（前述の）操作条件に依存する。エッチングガスは、真空引き（図示せず）に応じて、導管118を通りプラズマチャンバ102から退出する。基板104は、処理中は加熱及び冷却可能である。基板104は、基板支持プラットフォーム120を加熱することにより、並びに下面基板104及び支持プラットフォーム120の上面124に熱を伝導する不活性ガス122を流すことにより加熱される。基板104は、支持プラットフォーム120に隣接する導管に冷却水を流し、即ち冷却水を導管126から入り導管128から出るように流すことにより、冷却が可能である。プラズマチャンバ102の表面上の汚染物の蓄積を評価するために、プラズマチャンバ102の壁面の領域には試験体130が、ガス分散板106付近の領域には試験体132が、それぞれ取り付けられた。

【0036】汚染物の組成に関するデータは、試験体130及び132を示す図1の位置で収集された。汚染物の蓄積は、上述の如く準備された。データは、以下の物質の存在（検出元素に関し原子パーセンテージ単位）を示す；アルミニウム約10%～約30%；シリコン約2%～4%；硼素約1%～4%；塩素約8%～20%；炭素約7%～40%；窒素約3%～40%；酸素約20%～40%、及び他の元素が微量。測定された酸素の一部は、プロセスチャンバの開口部に蓄積された汚染堆積物の表面に、酸素が接触した結果生じたものだろう。

【0037】プラズマチャンバ102内の壁面領域付近に取り付けられた試験体130から得られた典型的な汚染堆積物に関しての、結合エネルギー及び原子パーセンテージは、以下の表1に与えられる。

【0038】

【表1】

高分解ESCAデータ：結合エネルギー、原子パーセンテージ及びピークの指示
 (結合エネルギーは、284.6 eVでの $-(CH_2)_n$ の信号による結合エネルギーに補正され
 た。原子パーセンテージは、高分解データから計算された。ピークの指示は、参照化合物の結合エ
 ネルギーを基礎とした。))

サンプル	Al _{1s}	Si _{2s}	Si _{2p}	Cl _{2s}	Cl _{2p}	*Cl _{2s}	C _{1s}	C _{1s}	C _{1s}	C _{1s}	N _{1s}	N _{1s}	N _{1s}	O _{1s}	O _{1s}	F _{1s}
60℃でエッチングされたバターン化ウエハ、その後O ₂ /SF ₆ によるチャンバの放電洗浄。																
結合エネルギー (eV)	75	—	192	—	198	201	285	286	288	399	400	—	—	531	533	619
原子パーセンテージ	7	—	1	—	3	5	38	11	7	2	3	—	—	11	12	1

ピークの指示

Al_{1s} = Al₂O₃, Al₂O₃

Si_{2s} = SiO₂

B_{1s} = B₂O₃

Cl_{2s} = Cl⁻

Cl_{2p} = Cl⁻

Cl_{2s} = C-Cl

C_{1s} = C-R

C_{1s} = C-OR, C-Cl

C_{1s} = C-C-OR

N_{1s} = NR₃

N_{1s} = NR₃

N_{1s} = NR₃

O_{1s} = metal oxide, C=O, C-O

O_{1s} = C=O, C-O

F_{1s} = C-F

【0039】エッチングが被される処理基板の上に直接置かれたガス分散板106の、陽極酸化アルミニウム表面付近に取り付けられた試験体132から得られた典型的な汚染堆積物に関して、その結合エネルギー及び原子

パーセンテージは、以下の表2に与えられる。

【0040】

【表2】

高分解E SCAデータ：結合エネルギー、原子パーセンテージ及びピークの指示
(結合エネルギーは、284.6 mVでの $-(CH_2)_-$ の信号による結合エネルギーに補正され
た。原子パーセンテージは、高分解データから計算された。ピークの指示は、参照化合物の結合エ
ネルギーを基準とした。)

サンプル	Al _{1s}	S _{2s}	C _{1s}	C _{1s}	C _{1s}	C _{1s}	N _{1s}	N _{1s}	O _{1s}	O _{1s}	F _{1s}	F _{1s}
バターン化ウエハ、60℃でエッチング、チャンバ壁面から汚染堆積物を掃き落とす。												
結合エネルギー (eV)	76	170	285	286	289	400	402	533	534	485	687	
原子パーセンテージ	19	0.8	14	4	3	1	1	5	3	11	35	

ピークの指示

Al_{1s} = AlF₃

S_{1s} = SO₂

C_{1s} = C-R (R = C, B)

C_{1s} = C-OR_n, C-R

C_{1s} = O-C-OR

N_{1s} = N/R_n

N_{1s} = N/R_n

N_{1s} = N-R_n

O_{1s} = C=O

O_{1s} = C-O

F_{1s} = ionic F

F_{1s} = ionic F

【0041】更に、分析のために汚染物を擦り落とす前
に、O₂ / SF₆ プラズマを用いてガス分散板106か
ら汚染物をプラズマ清浄化する試みが行われた。この清
浄化のためのプラズマは、SF₆ 25 sccm, O₂ 2
50 sccm, 800W, 200mT、及びチャンバ壁
表面約65℃の条件で生成された。この清浄化の処理
は、汚染物の除去に有用ではなかった。事実、表1のデ
ータと表2のデータとを比べれば、弗素含有プラズマ清
浄化ガスが用いられた場合、非揮発性の弗化アルミニウ
ム化合物が生成し、プロセスチャンバ表面に蓄積され
る。その結果、弗素含有ガスが用いられた場合、汚染物

40 が堆積したプロセスチャンバの表面は、アルミニウム含
有率が非常に高くなる。

【0042】アルミニウムの結合構造は、アルミニウム
含有のエッチング副生成物の少なくとも一部が、エッチ
ング中に、有機化学種と有機金属錯体反応を生じないだ
ろうことを示唆する。塩化アルミニウム分子及び他の有
機物分子の双極子モーメントは（電子の分布が不均一な
ため）高く、塩化アルミニウム分子は、ファンデアワール
ス力又は双極子-双極子相互作用により有機化学種と
結合することは十分に可能である。そして、プロセスチ
ャンバの表面からアルミニウム被覆の汚染物を除去する

ためには、塩化アルミニウム／有機化学種組成物に、ファンデアワールス力又は双極子-双極子相互作用を壊すような『反応性化学種』(reactive species)を接触させる必要があるだろう。

【0043】プロセスチャンバ表面から汚染物を除去するために用いられる『反応性化学種』の量は、最良の清浄化を得るために非常に重要であるだろう。例えば、反応性化学種の量は、汚染物を形成するアルミニウム含有化合物の結合力を壊し又は反応により攻撃し共有結合を切るに十分な量が望ましいが、別の非揮発性アルミニウム含有化合物が形成されない程度のあまり多くない量が望ましい。

【0044】実施例2

アルミニウムエッチングのプロセスチャンバに対する改良されたプラズマ乾式清浄化を与える開発において、酸素を基礎とした化学作用及び塩素を基礎とした化学作用の2種類の乾式プラズマ清浄化のためのプラズマが用いられた。例えば、 O_2 と SF_6 とを含んだ清浄化のプラズマが生成した。酸素-弗素を基礎とする化学作用により得られた結果については、汚染堆積物がプロセスチャンバのあらゆる位置から除去されたが、塩素を基礎とする化学作用から得られた結果に比べ芳しくなかった。よって、塩素含有ガスと窒素とから生成するプラズマを、プラズマチャンバ内部に位置する反応性化学種生成の材料供給源との組み合わせで用いることに決めた。

【0045】この実施例では、エッチングプラズマチャンバに対する改良された乾式清浄化を達成するために、

適当なプラズマ生成ガスの化学的な組成、プロセスチャンバの圧力及びRF出力を選択する技術について説明する(壁面の動作温度は約65℃一定で維持された)。アルミニウムエッチングチャンバ内のワークピース支持ブラットフォームは、反応性化学種を生成可能性のある材料供給源、即ち露出した上面にShipley 1400-33 フォトレジストを被覆した直径8インチ(約203mm)のウエハを用いて保護された。このフォトレジストは、スピン及びベーク前には33%の固形分を有し、ベークの間に溶媒キャリアの少なくとも98%が除去される。フォトレジスト樹脂はノボラック型フェノールホルムアルデヒドであり、増感剤はジアゾキノ、溶媒には酢酸セロソルブ(80%)、酢酸N-ブチル(10%)及びキシレン(10%)が用いられた。

【0046】以下の表3には、乾式清浄化プロセスにおいて多種のパラメータを変えた時の結果を示す。この調査は、きれいなプラズマチャンバを用いて行われたため、プラズマチャンバ表面の蓄積を生じる傾向のあるプロセスパラメータは明白となったので、エッチングチャンバのプラズマ乾式清浄化の間に回避することができた。エッチングチャンバのウィンドウから顕著なポリマーの堆積物が観測された場合は、10分後にプロセスは終了した。顕著な蓄積が観測されなかった場合は、プロセスは15分後に終了した。

【0047】

【表3】

BCl ₃ (sccm)	Cl ₂ (sccm)	N ₂ (sccm)	出力 (W)	圧力 (mT)	リッド上の ポリマー	本体上の ポリマー	キット*上の ポリマー
0	200	0	800	600	なし	なし	なし
0	80	0	800	200	なし	非常に僅か	なし
0	200	0	500	50	なし	なし	少し
50	50	50	800	200	非常に顕著 ²	非常に顕著 ²	非常に顕著 ²
50	50	50	800	600	非常に顕著 ²	非常に顕著 ²	非常に顕著 ²
50	50	0	800	200	少し ³	少し ³	少し ³
50	50	0	800	600	なし	なし	なし
0	50	50	800	200	少し ⁴	少し ³	少し ⁴
0	80	20	800	200	少し ⁴	少し ⁴	少し ⁴
0	200	20	800	600	なし	なし	なし
0	200	20	500	50	なし	なし	少し

1. チャンバ壁面上に堆積した材料は、目視により観測できなかった。堆積物の存在は、チャンバ壁面を水拭きして確認した；ぬれ拭き布に黄色い汚れが僅かに見られた。
2. 堆積した物質は、無色透明で剥離しなかった。ポリマーは水拭きにより除去できた。
3. 堆積した物質は、白又はグレーで、水拭き又はイソプロピルアルコール拭きで除去できた。ポリマーは、イソプロピルアルコールの方により溶けやすいようであった。
4. 堆積した物質は、水拭き又はイソプロピルアルコール拭きで除去できた。

* セラミタスのインサート（キット）がチャンバ壁面部分の表面上に用いられた。

【0048】表3に与えられたデータに基づけば、Cl₂とN₂とから生成されるプラズマを、ワークピース支持プラットフォーム（及び反応性化学種生成可能な材料の内部の供給源）との組み合わせで用いる場合が好適であることが明らかである。

【0049】一般に、Cl₂から生成するプラズマが存在することでプラズマチャンバ壁面にポリマーを堆積せしめることはない。BCl₃とN₂とが共にCl₂との組み合わせで用いられた場合、汚染堆積物は顕著であった。プラズマがCl₂/BCl₃又はCl₂/N₂から生成された場合、汚染堆積物は低い操作圧力（約200 mT）の場合にしか生じなかった。

【0050】実施例3

ワークピース支持プラットフォームの保護に用いられるシリコンウエハの被覆を変えたときの効果も評価された。プラズマ清浄化の間プロセスチャンバ内に二酸化シリコン被覆シリコンウエハが存在した結果は、フォトレジスト（Shipley1400-33）被覆のシリコンウエハが存在した場合に比べ遅い清浄化速度しか与えなかった。更に、図1に示されるプロセスチャンバ100のガス分散板106に関し、同一のプラズマプロセス条件及び同一の清浄化時間において、フォトレジスト被覆のシリコン

ウエハがプラズマ清浄化の間に存在した場合は、ガス分散板のきれいな部分は直径8インチ（約203 mm）であったのに対し、SiO₂で被覆されたシリコンウエハが存在した場合は、ガス分散板のきれいな部分は直径5インチ（約127 mm）であった。特に、用いられたプロセス条件は、BCl₃が80 sccm、Cl₂が80 sccm、800 W、600 mT、そして壁面の動作温度は、約65℃であった。

【0051】また、Kapton タイプ 100 HN ポリイミドフィルム（1 mil、即ち約25.4 μm）又はCHF₃から誘導されるポリマーで被覆されたシリコンウエハが、プロセスチャンバのプラズマ清浄化の間に反応性化学種の生成供給源として用いられた場合、清浄化プロセスの向上が見られた。1つのポリイミドフィルムしか評価されなかったが類似の組成及び分子量を有するポリイミドフィルムも同様に機能すると考えられる。タイプ 100 HN ポリイミドフィルムは、360℃～410℃で2次のガラス転移を見せ、限界酸素指数はASTM D-2863-77によれば37%である。

【0052】実施例4

様々な反応性化学種生成可能供給源の相対的な効率を測定するため、清浄化中プロセスチャンバ壁面に残る非揮

発性金属含有化合物の測定を可能にする方法が開発された。この試験方法によれば、最低限度の実験で、当業者はある特定の反応性化学種生成供給源が所望の清浄化の結果を与えるかどうかを決めることができるだろう。

【0053】反応性化学種生成可能供給源1つ1つを評価するに先立ち、手で洗浄した（湿式で溶媒による拭き取りを行った）プロセスチャンバを用い、アルミニウムでパターン化された基板24枚を標準的なアルミニウムエッチングプロセスによりエッチングし、プロセスチャンバ表面に前述の種類の汚染物を蓄積した。汚染物が堆積したチャンバを準備した後、FTIR（フーリエ変換赤外分光）等の発光スペクトルのデータが既知の方法で収集され、様々な競合する清浄化法が評価された。

【0054】図2は、汚染されたプラズマチャンバのプラズマ乾式清浄化の間におけるプロセスチャンバ付近の揮発性化学種の発光スペクトルデータのカーブである。横軸は、スペクトルの波長をナノメートル（nm）単位で表し、横軸は機器に目盛られた感度のパーセンテージを表す。この横軸及び縦軸の示す内容は、以下図3～図5においても同じである。プラズマは、BCl₃が80 sccm、Cl₂が80 sccm、800W、600mT、カソード温度が約80℃、そして壁面の動作温度が約65℃の条件を用いて生成された。内部の反応性化学種生成可能供給源は、SiO₂被覆のシリコンウエハであった。図3には、プラズマ生成の条件が図2の場合と同一であるが、反応性化学種生成供給源がフォトレジスト（Shipley 1400-33）被覆のシリコンウエハである場合の、汚染されたプラズマチャンバのプラズマ乾式清浄化の間におけるプロセスチャンバ付近の揮発性化学種の発光スペクトルデータのカーブである。

【0055】図2と図3とを比べれば、反応性化学種生成供給源としてフォトレジスト被覆のシリコンウエハを用いた場合、スペクトルのピークが全般的に上昇していることが示されている。このことは更に、実施例3で説明された結果により確認された；即ち、フォトレジスト被覆のシリコンウエハを用いた場合、プラズマチャンバ表面の清浄化が更に速くなる。

【0056】図3を参照すれば、303、304及び305で生成した大きなピークは、揮発性のCNを含む化学種と考えられ、これはプラズマチャンバ表面のポリマ

ー汚染物が放出されていることを示している。

【0057】実施例5
本実施例では、きれいなプロセスチャンバがプラズマ乾式清浄化された場合と、プロセスチャンバの堆積した汚染物がプラズマ乾式清浄化された場合とを対比した時の、発光スペクトルデータの違いについての情報を提供する。汚染物が堆積されたプロセスチャンバは、前述の方法で準備された。プラズマは、Cl₂ガスが流量約200 sccm、出力800W、圧力500mT、そして壁面温度が約80℃の条件を用いて生成された。乾式清

浄化の間のプロセスチャンバ内のは、直径8インチ（約203mm）のフォトレジスト被覆シリコンウエハであった。

【0058】図4には、きれいなプロセスチャンバが上記の条件でプラズマ清浄化されている時の発光スペクトルデータのカーブが示され、図5には汚染物の堆積したプロセスチャンバが上記の条件でプラズマ清浄化されている時の発光スペクトルデータのカーブが示される。図4及び図5に関して、その測定時にはワークピース支持プラットフォームが、反応性化学種の生成可能性のある供給源、即ち直径8インチのフォトレジスト被覆シリコンウエハにより保護された。図5には503、504及び505の大きなピークが現れ、これらは図4には現れていないことから、きれいなチャンバが処理された後には新しい揮発性の化合物は生成していないことを示している。これらのピークは、ピーク303、304及び305と同じスペクトルの位置にあり、揮発性のCNを含む分子に起因し、おそらくこの分子はポリマー分子から形成されプラズマチャンバ表面上に堆積し、大量に放出されている。

【0059】図4に401及び402で現れた発光スペクトルは、反応性化学種生成供給源により生成した反応性化学種であろう。これは清浄化プロセスの間に消費されてしまうために、プロセスチャンバ表面に作用する汚染物は見当たらず、図5には存在しない。（別の見方をすれば、光ウィンドウがあまりきれいでないため、図5には相当するピークが消えたかもしれない。）

プロセスチャンバ壁面での反応性プラズマ種並びに内部の反応性化学種生成供給源の活性を向上する方法において、ワークピース支持プラットフォーム保護に有用な種々の材料が、上述の方法を用いて評価可能である。プロセスチャンバ表面からの汚染物の除去を促進する点において特定の化学種の有効性が、当業者にとっては最低限度の実験により決定できるだろう。

【0060】上述した本発明の好適な具体例には、特許請求の範囲により明示された本発明の範囲を限定する意図はない。

【0061】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、プロセスチャンバ表面上に形成された非揮発性の汚染堆積物を、化学反応により揮発性の物質に転換する乾式清浄化の方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】半導体基板のエッチングに通常に用いられるプラズマ処理チャンバの断面図である。

【図2】汚染されたプラズマチャンバのプラズマ清浄化中におけるプロセスチャンバ付近の揮発性化学種の発光スペクトルカーブの図である。

【図3】反応性化学種生成供給源がフォトレジスト被覆のシリコンウエハである場合の、プロセスチャンバ付近

における揮発性化学種の発光スペクトルカーブの図である。

【図4】きれいなプロセスチャンバの発光スペクトルカーブの図である。

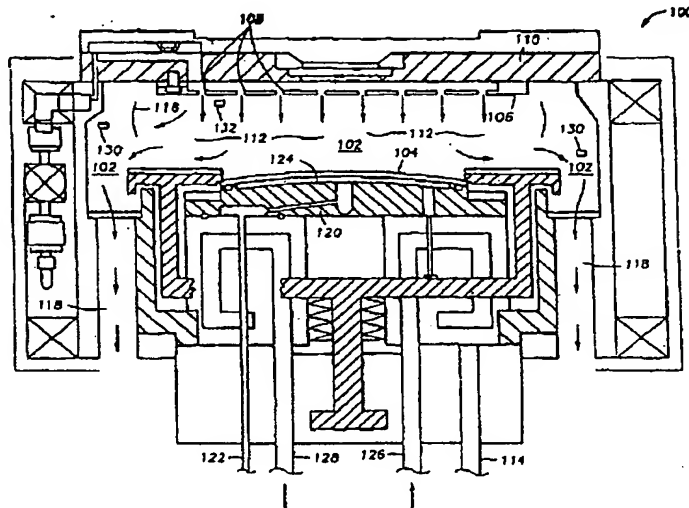
【図5】汚染物の堆積したプロセスチャンバの発光スペクトルカーブの図である。

【符号の説明】

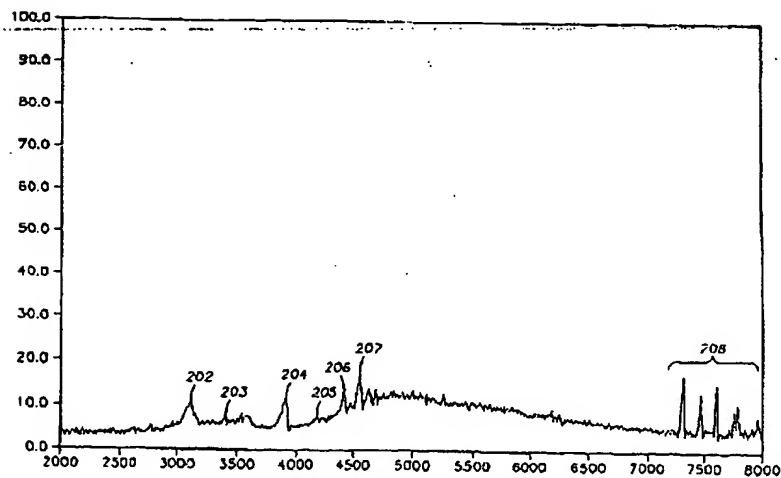
100…エッチングチャンバ、102…プラズマチャン

バ、104…ワークピース、106…ガス分散板、108…開口、110…リッド、112…プラズマ領域、116…外側の境界、118…導管、120…基板支持プラットフォーム、122…不活性ガス、124…上面、126、128…導管、130、132…試験体、303~305、401、402、503~505…ピーク。

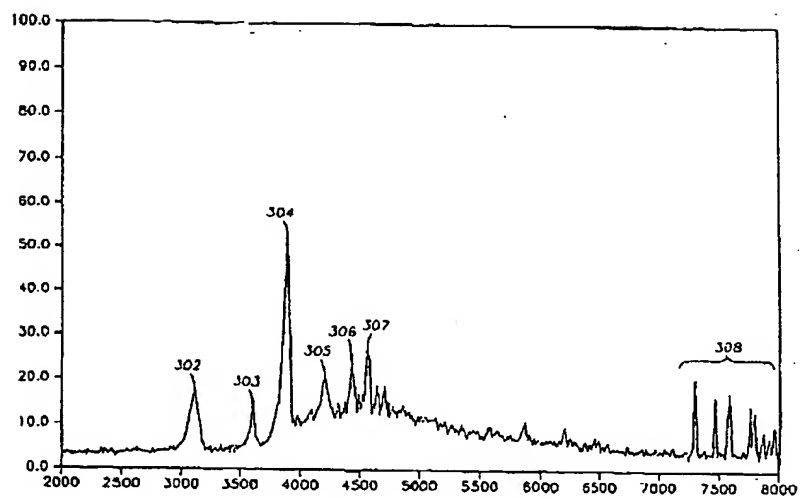
【図1】



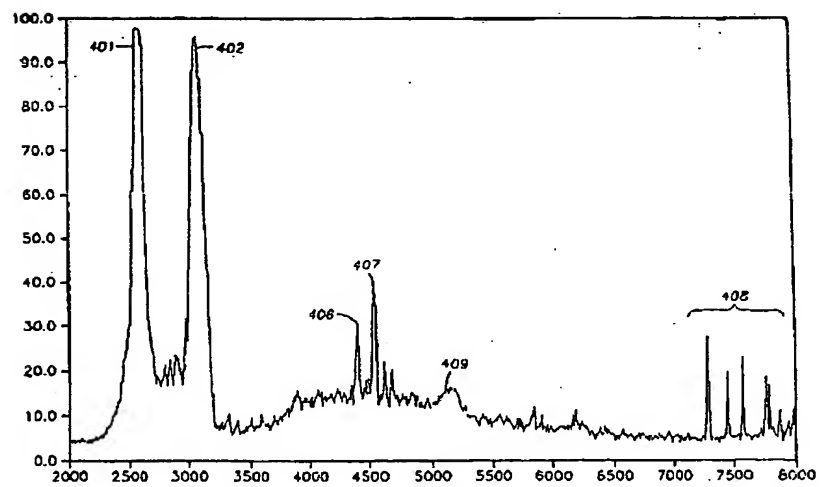
【図2】



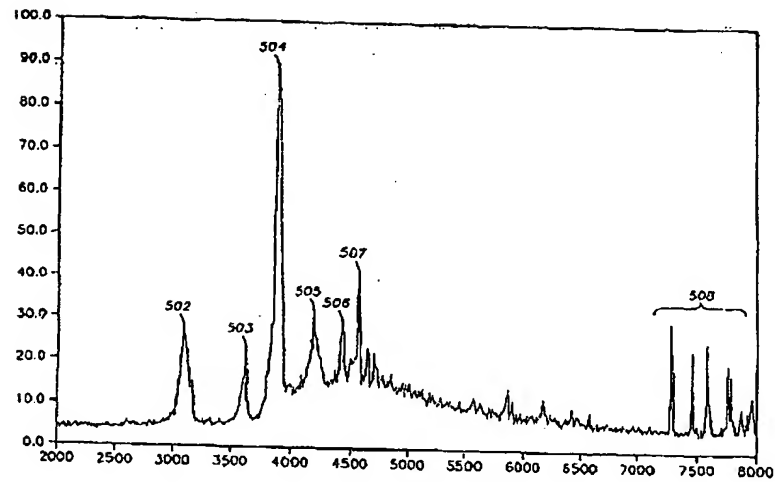
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 チャールズ スティーヴン ローデス
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州
 91362, サウザンド オークス, ヴィ
 スタ ウッド シーアール, ナンバー32
 2485

(72)発明者 ジェラルド ズィー イン
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州
 95014, キュパティノ, ビリック プ
 レイス 10132